ChinaXiv合作期刊

chinaXiv:201808.00151v1

DOI:10.11931/guihaia.gxzw201712009

宁夏枸杞（*Lycium barbarum* L.）花器官形态多样性与品系间识别研究

张益芝[1,2]，戴国礼[1*]，秦垦[1]，马海军[2]

（1. 宁夏农林科学院枸杞工程技术研究所/国家枸杞工程技术研究中心，宁夏 银川，750002；
2.北方民族大学，宁夏 银川，750021）

摘要：本研究以宁夏枸杞（*Lycium barbarum* L.）种内 42 个品系为实验材料，在对其花器官的 16 项性状的形态学指标进行赋值，测量的基础上，利用组间单因素方差分析、主成分分析和聚类分析法对其形态学差异的多态性进行了研究。研究结果表明：同一品系宁夏枸杞花器官形态学指标在不同时间（具体观测时间为 2017 年 7 月、8 月、9 月）p<0.05，差异不显著；同时，主成分分析显示花瓣外缘色泽、花瓣正-背面脉络、花瓣形状、花瓣背部色泽、花喉色泽、雌雄蕊位置 6 个花部形态指标的累积贡献率达到 84.791%，为宁夏枸杞不同品系花器官差异的主成分；聚类分析以欧式距离 7.5 为阈值，将参加试的 42 个品系分成 6 类。通过本项研究明确了，同一品系的宁夏枸杞花器官形态在不同时间表现出一定的稳定性，作为区分宁夏枸杞种内不同品系的鉴别指标之一；同时，筛选出了反映宁夏枸杞花器官形态差异的 6 个主成分并将 42 份宁夏枸杞分为六类，初步建立了宁夏枸杞种内品系间的形态学鉴别方法，可为宁夏枸杞的形态学研究及品系鉴定等工作提供依据。

关键词：宁夏枸杞　花器官　主成分分析　聚类分析　形态学鉴别

Floral Morphological Diversity and cultivars identification in *Lycium Barbarum* L.

ZHANG Yizhi[1 2], DAI Guoli[1*],QIN Ken[1]，Ma Haijun[2]

（1. *Institute of Wolfberry Engineering Technology, Ningxia Academy of Agriculture and Forestry Sciences/National Wolfberry Engineering and Technology Research Institute*，750002，Ningxia，China，2. *Beifang University of Nationalities*，750021，Ningxia，China）

Abstract: In this study, 42 species of *Lycium barbarum* L. were used as experimental materials. Based on the evaluation of the morphological indexes of the 16 traits of their floral organs, The polymorphisms of morphological differences of *Lycium barbarum* L. were studied using one-way ANOVA, principal component analysis and cluster analysis.The results of the study showed that the morphological indicators of the same flower organ of *Lycium barbarum* L. were not significantly different (P<0.05) at different times. (The specific time is July, August and September of 2017.) The principal component analysis suggested that 6 traits are crucial to the identification of L. *barbarum* cultivars, including Petal edge color, color of front and back of the petal, petal shape, color of back of petal, color of Flower throat,

基金项目：国家自然科学基金(31260190)；宁夏回族自治区枸杞育种专项(2013NYYZ0102)[Supported by the National Natural Science Foundation of China (31260190); Breeding program of Ningxia hui autonomous region(2013NYYZ0102)] 。

作者简介：张益芝(1995 -)，女（苗族），贵州凯里人，本科在读，（E-mail）1799852213@qq.com。
*通信作者：戴国礼，男，1984 年出生，助理研究员，硕士，研究方向：林木遗传育种， E-mail：dgl2006swfc@163.com。

ChinaXiv合作期刊

Pistil and stamen location, The cumulative contribution rate of these floral traits reached 84.791%, That is the difference in *Lycium barbarum* L. flower department is mainly reflected in these 6 traits. The results of cluster analysis showed that 42 strains of *Lycium barbarum* L.could be divided into 6 categories at an Euclidean distance of 7.5, classification results are consistent with the observed floral traits. Through this study, it was clarified that the flower organ morphology of The same strain *Lycium barbarum* L. exhibits certain stability at different times, which could be used as one of the distinguishing indicators for distinguish different seed quality in *Lycium barbarum* L.; At the same time, six main components were selected to reflect the differences in flower organ morphology of *Lycium barbarum* L. and divided 42 species of *Lycium barbarum* L. into six categories.. Initially established morphological identification methods within and between *Lycium barbarum* L. seed strains, which provides the basic information for the floral Morphological research and Varijiety Identification of about the cultivars of *L. barbarum*, it also has certain reference value for practical production.
Key words: *Lycium barbarum* L.，floral organ，morphology，principal component analysis，cluster analysis　identification

chinaXiv:201808.00151v1

前言：枸杞属 *Lycium* Linn 植物隶属于茄科（Solanaceae）茄亚科枸杞族，该属植物全世界大约有 80 种，主要分布在南美洲，少数种类分布于欧亚大陆温带。中国枸杞属植物有 7 种、3 变种，主要分布于西北和华北地区（姚霞，2010）。国内对枸杞的形态学分类主要集中在 20 世纪 70 年代到 21 世纪初（钱丹，2017；钟笙元，2005；王晓宇，2011）。路安民等（2003）对枸杞和宁夏枸杞从形态上进行了区分，区分的形态学指标包括习性、茎、叶、花萼、花冠、花冠裂片、种子和果味。袁海静等（2013）也对中国枸杞种质资源进行了形态性状的调查与分析，结果表明中国枸杞资源差异较大，各种之间的遗传差异性较丰富。前人的研究表明，中国枸杞属的 7 种 3 变种间存在较大形态差异，可以从花萼、花冠、果形、叶形和茎部形态等方面区分。

宁夏枸杞 *Lycium barbarum* L.在我国广泛栽种于北方各地，是我国重要的经济作物，果实有补肝肾、益精明目，具有抗衰老作用（董静洲等，2008）。自 2011 年以来，宁夏枸杞的种植面积已超 70 万亩，枸杞产品出口超过 30 多个国家和地区（廉军，2012）。作为种属内种植最多最广的宁夏枸杞来说，目前尚无明确规范的种内鉴别方法，大众对不同品系的区分大多建立在种植经验上，区分的标准十分模糊。这不仅是宁夏枸杞品系间鉴定研究的空白，也是种质资源收集和种植过程中去除杂苗、保证品种纯度上的难题。花作为植物的繁殖器官，在形态学鉴定水平上受环境和栽培条件的影响较小，具有一定形态特征的稳定性。同时不同种属植物的花器官性状存在显著差异，利用花器官形态特征的差异对植物进行分类是一个有价值的方法（杨冬之，2002）。经查阅文献及田间观察后，我们选取了 16 项性状指标对宁夏枸杞花部形态进行观测，并通过统计分析，初步建立宁夏枸杞种内品系的形态学鉴别方法，为枸杞的形态学研究及种类鉴定等工作提供依据。

1 材料与方法：

1.1 材料与处理

试验地点位于银川市国家枸杞工程技术中心芦花台试验场枸杞种质资源圃试验区，实验材料为宁夏枸杞种内共 42 个不同品系，实验材料中 39 份来自宁夏银川市西夏区芦花台枸杞种质资源圃试验区，经纬度为 38° 38′N，106° 9′E，海拔 1114m；3 份来自宁夏中宁县孔滩村，

ChinaXiv合作期刊

经纬度为 37° 48´N，105° 59´E，海拔 1259。采集品系概况详见表 1。试验观测时间为 2017 年 5-9 月。

于不同的盛花期选取各品系健壮植株，并摘取 5 朵当天开放且未褪色的花作为观测对象。采花时间为早上 10:00-11:00，采摘后的枸杞花置于一次性塑料培养皿内，保存于 4℃冰箱中，在 12h 内进行观测。

表 1 各品系枸杞位置信息

Table 1 The information of the studied *Lycium barbarum* L. location information

编号 Code	品系 Cultivars name	树龄 Tree age	采样点 position	编号 Code	品系 Cultivars name	树龄 Tree age	采样点 position
1	14-2-2-5	2 年 2 years	资源圃 Resource garden	22	16-23-8-10	2 年 2 years	资源圃 Resource garden
2	14-26-4	2 年 2 years	资源圃 Resource garden	23	小麻叶 Da Ma leaves	2 年 2 years	资源圃 Resource garden
3	14-419	2 年 2 years	资源圃 Resource garden	24	大麻叶 Xiao Ma leaves	2 年 2 years	资源圃 Resource garden
4	14-5-9-1	2 年 2 years	资源圃 Resource garden	25	宁杞 1 号 NO.1 of NING Qi	2 年 2 years	资源圃 Resource garden
5	14-6-3-7	2 年 2 years	资源圃 Resource garden	26	宁杞 2 号 NO.2 of NING Qi	2 年 2 years	资源圃 Resource garden
6	16-11-15-20	2 年 2 years	资源圃 Resource garden	27	宁杞 3 号 NO.3 of NING Qi	2 年 2 years	资源圃 Resource garden
7	16-1-1-22	2 年 2 years	资源圃 Resource garden	28	宁杞 5 号 NO.5 of NING Qi	2 年 2 years	资源圃 Resource garden
8	16-1-2-16	2 年 2 years	资源圃 Resource garden	29	宁杞 6 号 NO.6 of NING Qi	2 年 2 years	资源圃 Resource garden
9	16-1-3-12	2 年 2 years	资源圃 Resource garden	30	宁杞 7 号 NO.7 of NING Qi	2 年 2 years	资源圃 Resource garden
10	16-1-3-14	2 年 2 years	资源圃 Resource garden	31	宁杞 8 号 NO.8 of NING Qi	2 年 2 years	资源圃 Resource garden
11	16-1-3-5	2 年 2 years	资源圃 Resource garden	32	14-104	2 年 2 years	资源圃 Resource garden
12	16-16-5-7	2 年 2 years	资源圃 Resource garden	33	14-16	2 年 2 years	资源圃 Resource garden
13	16-16-9-18	2 年 2 years	资源圃 Resource garden	34	14-401	2 年 2 years	资源圃 Resource garden
14	16-16-9-3	2 年 2 years	资源圃 Resource garden	35	14-402	2 年 2 years	资源圃 Resource garden
15	16-17-5-11	2 年 2 years	资源圃 Resource garden	36	14-87	2 年 2 years	资源圃 Resource garden
16	16-18-7-6	2 年 2 years	资源圃 Resource garden	37	Z44	2 年 2 years	资源圃 Resource garden
17	16-19-8-12	2 年	资源圃	38	白花 2015	2 年	资源圃

chinaXiv:201808.00151v1

ChinaXiv合作期刊

		2 years	Resource garden		White flowers2015	2 years	Resource garden
		2 年	资源圃		新 9	2 年	资源圃
18	16-22-8-9	2 years	Resource garden	39	New 9	2 years	Resource garden
		2 年	资源圃			2 年	孔滩
19	16-23-13-5	2 years	Resource garden	40	NM-01	2 years	Kong Tan
		2 年	资源圃			2 年	孔滩
20	16-23-14-1	2 years	Resource garden	41	NM-02	2 years	Kong Tan
		2 年	资源圃			2 年	孔滩
21	16-23-7-8	2 years	Resource garden	42	NM-03	2 years	Kong Tan

表 2 花部性状指标及其赋值

Table 2 Floral traits and taxonomic evaluations

编号 Code	性状名称 Name of Trait	赋值 Evaluation	编号 Code	性状名称 Name of Trait	赋值 Evaluation
1	花直径 Flower diameter	实际测量值 The actual measured value	9	花瓣背部色泽 Petal back color	0-紫色, 1-白色 0-purple,1-White
2	花冠筒长度 Corolla tube length	实际测量值 The actual measured value	10	花瓣背面脉络 Petal dorsal veins	0-3 条, 1-2 条, 2-1 条 0-Three,1-Two,2-One
3	花冠筒宽度 Corolla tube width	实际测量值 The actual measured value	11	花瓣正面脉络 Petals positive veins	0-3 条, 1-2 条, 2-1 条 0-Three,1-Two,2-One
4	花柄长度 Flower stalk length	实际测量值 The actual measured value	12	具花丝绒毛程度 Filamentous degree	0-不具, 1-稀疏, 2-浓密 0-No,1-Little,2-Numerous
5	花喉宽度 Flowers throat width	实际测量值 The actual measured value	13	花喉色泽 color of Flower throat	0-紫色, 1-黄绿色 0-purple,1-Chartreuse
6	花色 Flower color	0-白色, 1-紫色, 2-深紫色 0-White,1- Purple,2-Dark Purple	14	花瓣外缘色泽 Petal edge color	0-紫色, 1-白色 0-purple,1-White
7	雌雄蕊位置 Pistil and stamen location	0-花柱探出型, 1-花柱侧移型, 2-花柱低矮型 0-Pistil stuck out,1-Pistil lateral shift,2-Pistil low	15	花瓣褪色方式 Petal fading way	0-整体褪色, 1-由外及内 0-Overall fade,1-From outside to inside

chinaXiv:201808.00151v1

ChinaXiv合作期刊

8	花瓣翻卷方式 Petals rolled way	0-花瓣两边背翻, 1-花瓣尖端背翻, 2-花瓣尖端正翻, 3-花瓣卷翻 0-Petals two edge back flip,1-Petal tip flip backwards,2-Petal roll turn	16	花瓣形状 Petal shape	0-矩圆形, 1-匙形, 2-心形 0-Oval-shaped,1-Spoon -shaped,2-Heart-shaped

1.2 形态学观测项目及方法

1.2.1 宁夏枸杞花部特征稳定性观测及统计 通过文献资料的查阅（刘冬云&刘燕，2012；），结合实际情况选取了共 16 个宁夏枸杞花部性状并赋值，使所测数据标准化（欧阳彩虹，2010）详见表 2，对宁杞 1 号等 5 个品系在 3 个不同时间（2017.7.27；2017.8.22；2017.9.2）的花部形态学性状进行观测和统计，测量时以游标卡尺直接测量，测量精度为 0.01cm，将所得数据用 SPSS 软件计算平均值和标准差，进行组间单因素方差分析。

1.2.2 宁夏枸杞花器官形态差异性观测及统计　采用相同的方法对 42 个宁夏枸杞的花部进行观测，并将所得数据用 SPSS 软件进行主成分分析和聚类分析。

2 结果与分析

2.1 宁夏枸杞花部特征稳定性的单因素方差分析

16 个性状指标中，11 个描述性指标在不同时间所表现出来的性状一致，只有 5 个测量性指标之间存在差异（表 3），因此需对这 5 个指标进行单因素方差分析。将所观测到的结果赋值，使数据标准化后进行单因素组间方差分析（赵莺莺，2003），分别得到 2 个表，方差齐性检验（表 4）、单因素组间方差分析（表 5）。由方差齐性检验表中可以看到，这 5 个品系中每个形态学指标在 2017 年 7 月 27 日、8 月 22 日、9 月 2 日三个采集日期内所有数据的显著性均达到 0.6 以上，可以进行单因素方差分析。从表 4，5 个枸杞品系的单因素方差分析显著性 P 值均高于 P=0.05，即花直径、花冠筒长度、花冠筒宽度、花柄长度和花喉宽度在 3 个不同时期内无显著差异，说明宁夏枸杞的花部性状表现稳定，可作为品系区分依据。

表 3　5 个花部性状在不同时期的平均值及其标准差

Table 3 Average and standard deviations of five flower traits in different periods

品系 Cultivars name	花直径 Flower diameter		花冠筒长度 Corolla tube length		花冠筒宽度 Corolla tube width		花柄长度 Flower stalk length		花喉宽度 Flowers throat width	
	平均值 Average value	标准差 Standard deviation	平均值 Average value	标准差 Standard deviation	平均值 Average value	标准差 Standard deviation	平均值 Average value	标准差 Standard deviation	平均值 Average value	标准差 Standard deviation
宁杞 1 号 NO.1 of NING Qi	14.326	0.665	9.639	0.368	2.231	0.171	24.318	0.691	3.684	0.372
宁杞 3 号 NO.3 of NING Qi	15.328	0.813	8.120	0.359	2.414	0.069	23.106	0.630	2.438	0.076
白花 2015 White flowers2015	15.328	0.813	8.120	0.359	2.419	0.074	23.200	0.716	2.438	0.090

chinaXiv:201808.00151v1

14-401	19.360	0.670	10.163	0.515	2.843	0.221	22.991	0.710	4.458	0.368
16-23-8-10	16.341	0.617	9.697	0.367	2.594	0.156	21.610	0.615	3.849	0.321

表 4 5 个花部性状指标的方差齐性检验结果

Table 4 Homogeneity of variance test results of five indicators of floral traits

品系 Cultivars name	花直径 Flower diameter	花冠筒长度 Corolla tube length	花冠筒宽度 Corolla tube width	花柄长度 Flower stalk length	花喉宽度 Flowers throat width
宁杞 1 号 NO.1 of NING Qi	0.967	0.804	0.866	0.986	0.756
宁杞 3 号 NO.3 of NING Qi	0.895	0.741	0.743	0.714	0.712
白花 2015 White flowers2015	0.895	0.741	0.796	0.922	0.979
14-401	0.666	0.876	0.913	0.619	0.894
16-23-8-10	0.832	0.812	0.917	0.968	0.748

表 5 单因素组间方差分析结果

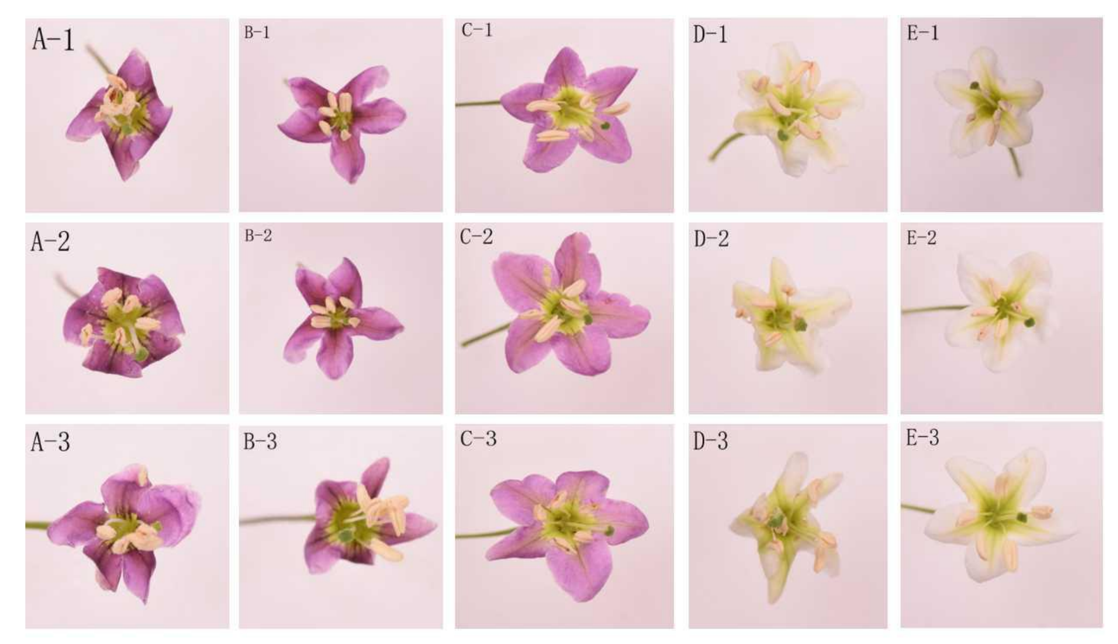
Table 5 Analysis of variance among single factor groups

品系 Cultivars name	花直径 Flower diameter	花冠筒长度 Corolla tube length	花冠筒宽度 Corolla tube width	花柄长度 Flower stalk length	花喉宽度 Flowers throat width
宁杞 1 号 NO.1 of NING Qi	0.854	0.958	0.971	0.757	0.920
宁杞 3 号 NO.3 of NING Qi	0.953	0.987	0.798	0.989	0.745
白花 2015 White flowers2015	0.953	0.987	0.981	0.728	0.812
14-401	0.9	0.533	0.992	0.668	0.614
16-23-8-10	0.893	0.889	0.943	0.879	0.649

注：P=0.05　　Note：P=0.05

chinaXiv:201808.00151v1

chinaXiv:201808.00151v1



注：A-1~A-3：宁杞一号在 7 月 27 日、8 月 22 日、9 月 2 日；B-1~B-3：宁杞 3 号在 7 月 27 日、8 月 22 日、9 月 2 日；C-1~C-3：14-401 在 7 月 27 日、8 月 22 日、9 月 2 日；D-1~D-3：16-23-8-10 在 7 月 27 日、8 月 22 日、9 月 2 日；E-1~E-3：白花 2015 在在 7 月 27 日、8 月 22 日、9 月 2 日

Note：A-1~A-3: NO.1 of NING Qi in July 27, August 22, September 2; B-1~B-3: NO.3 of NING Qi in July 27, August 22, September 2; C-1~C-3: 14-401 in July 27, August 22, September 2; D-1~D-3: 16-23-8-10 in July 27, August 22, September 2; E-1~E-3: White flower 2015 in July 27, August 22, September 2

图版 I 不同时期 5 个品系的花部形态

Plate I The flower morphology of five strains in different periods

2.2 枸杞形态学鉴别的主成分分析

对 11 个花部描述性性状进行主成分分析，得到 2 个表，即总方差分解表（表 6），成分矩阵（表 7）。由表 5 可知，11 个描述性指标被分成 6 个主成分，其贡献率分别为 23.265%、18.945%、13.599%、10.827%、9.874%、8.280%，累积初始特征值为 84.791%，说明这 6 个主成分涵盖了所研究 11 个因素的 84.791%，贡献率较高。

表 6 总方差分解

Table 6 Total Variance Explained

	初始特征值 Initial Eigenvalues			提取平方和载入 Extraction Sums of Squared Loadings		
成份 Component	合计 Total	方差的 % % of Variance	累积 % Cumulative %	合计 Total	方差的 % % of Variance	累积 % Cumulative %
1	2.559	23.265	23.265	2.559	23.265	23.265
2	2.084	18.945	42.210	2.084	18.945	42.210
3	1.496	13.599	55.809	1.496	13.599	55.809
4	1.191	10.827	66.636	1.191	10.827	66.636
5	1.086	9.874	76.511	1.086	9.874	76.511
6	.911	8.280	84.791	.911	8.280	84.791

7	.688	6.251	91.042
8	.419	3.808	94.850
9	.318	2.887	97.737
10	.249	2.263	100.000
11	-4.825E-17	-4.386E-16	100.000

表 7 成份矩阵

Table 7 Component matrix

性状 Traits	成份 Component 1	2	3	4	5	6
花色 Flower color	-.649	.445	-.261	-.224	-.174	.237
雌雄蕊位置 Pistil and stamen location	-.496	-.177	-.416	.112	.297	.558
花瓣翻卷方式 Petals rolled way	-.242	.623	.360	.158	.362	.261
花瓣背部色泽 Petal back color	.196	-.386	.129	.819	.191	.000
花瓣背面脉络 Petal dorsal veins	.625	.721	-.201	.165	-.047	.041
花瓣正面脉络 Petals positive veins	.625	.721	-.201	.165	-.047	.041
具花丝绒毛程度 Filamentous degree	.398	-.182	-.446	-.330	.372	-.296
花喉色泽 color of Flower throat	.248	-.280	-.182	.152	-.769	.280
花瓣外缘色泽 Petal edge color	.675	-.363	.156	-.098	.208	.429
花瓣褪色方式 Petal fading way	.504	-.074	.519	-.483	.004	.321
花瓣形状 Petal shape	-.291	.171	.709	.055	-.148	-.138

各形态性状在表 6 中的结果在哪个主成分中绝对值大于 0.5，便归于该主成分中，如花色在第一主成分中的分值为-0.649，其绝对值大于 0.5，所以归入第一主成分，余下类推，将所有花的形状归为以下 6 大主成分：

第一主成分包括指标（2 个）：花色和花瓣外缘色泽；第二主成分包括指标（3 个）：花瓣翻卷方式、花瓣背面脉络和花瓣正面脉络；第三主成分包括指标（2 个）：花瓣形状和花瓣褪色方式；第四主成分包括指标（1 个）：花瓣背部色泽；第五主成分包括指标（1 个）：花喉色泽；第六主成分包括指标（1 个）：雌雄蕊位置。所有指标中仅有“具花丝绒毛程度”

chinaXiv:201808.00151v1

这一指标得到的结果绝对值不足 0.5，即该指标与主成分的相关系数较小，可舍掉。

2.3 枸杞形态学鉴别的聚类分析

本研究采用欧式聚类法对 42 个品系的枸杞花部性状进行组间平均联结分析，在欧氏距离为 7.5 处将 42 个枸杞品系共聚为 5 个大类群共 6 类，得到的聚类树状图如图 1。

chinaXiv:201808.00151v1

chinaXiv:201808.00151v1

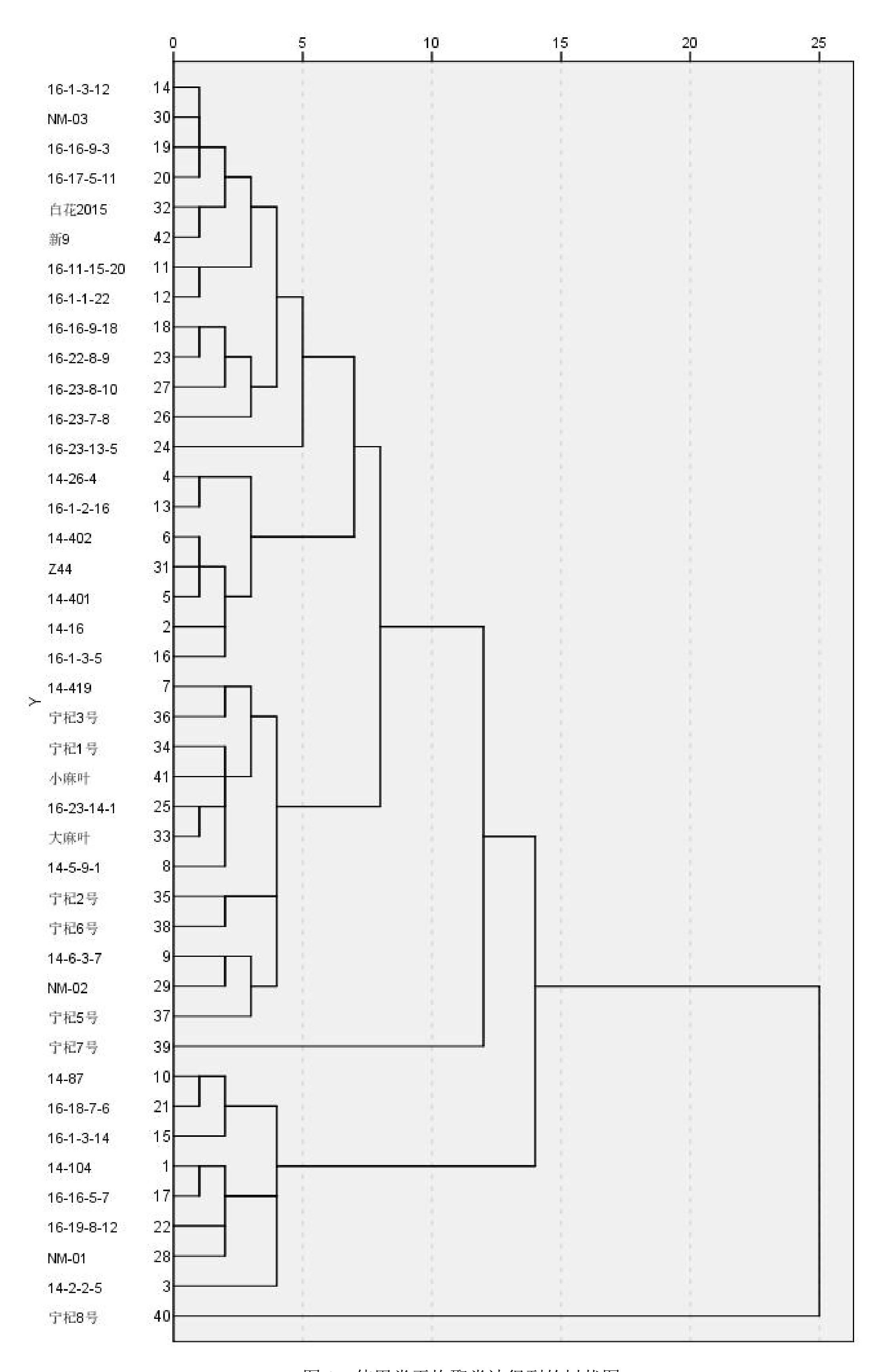


图 1　使用类平均聚类法得到的树状图

Fig.1 Tree graphs obtained using the class average clustering method

chinaXiv:201808.00151v1

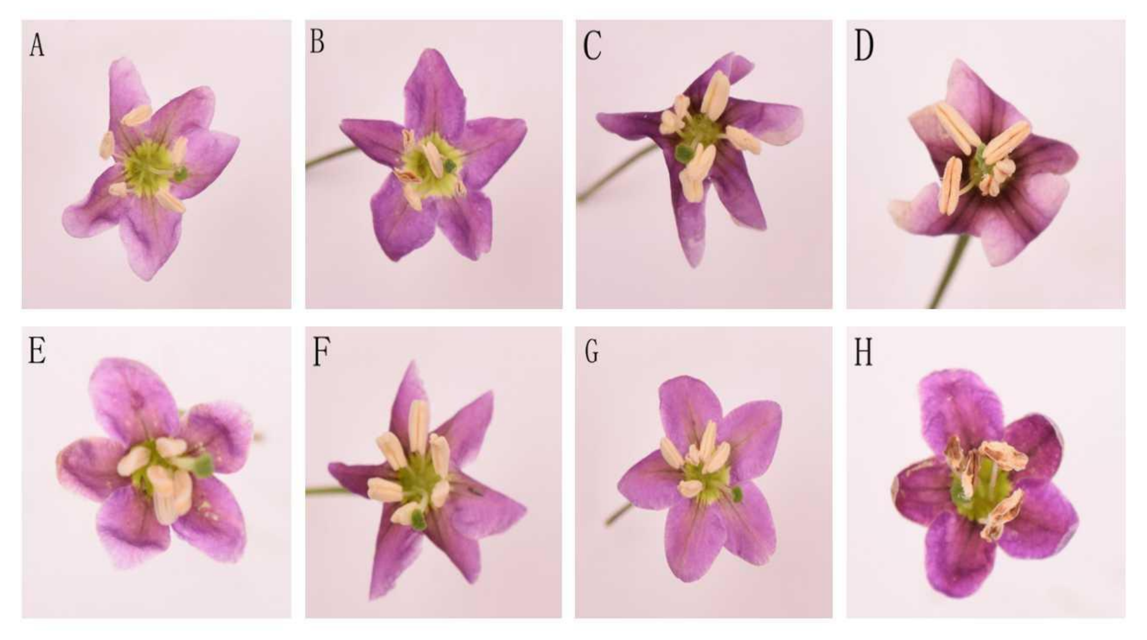
由聚类树状图可知：第一类群包括 20 个品系，进一步又可分为 2 个亚群，第一亚群为：16-1-3-12、NM-03、16-16-9-3、16-17-5-11、白花 2015、新 9、16-11-5-20、16-1-1-22、16-16-9-18、16-22-8-9、16-23-8-10、16-23-7-8、16-23-13-5，第二亚群为：14-26-4、16-1-2-16、14-402、Z44、14-401、14-16、16-1-3-5。

第二类群包括 12 个品系：14-419、宁杞 3 号、宁杞 1 号、小麻叶、16-23-14-1、大麻叶、14-5-9-1、宁杞 2 号、宁杞 6 号、14-6-3-7、NM-02、宁杞 5 号。

第三类群仅包括宁杞 7 号一个品系。

第四类群包括 8 个品系：14-87、16-18-7-6、16-1-3-14、14-104、16-16-5-7、16-19-8-12、NM-01、14-2-2-5。

第五类群仅包括宁杞 8 号一个品系。



注：第一类群：A（16-22-8-9）、B（14-16）；第二类群：C（14-419）、D（14-6-3-7）；第三类群：E（宁杞 7 号）；第四类群：F（14-87）、G（14-104）；第五类群：H （宁杞 8 号）

Note：The first group：A(16-22-8-9)、B(14-16)；The second group：C(14-419)、D(14-6-3-7)；The third group：E(NO.3 of NING Qi)；第四类群：F(14-87)、G(14-104)；第五类群：H(NO.3 of NING Qi)

图版Ⅱ 5 个不同类群的花部形态

Plate Ⅱ The flower morphology of five different groups

结合各类群包含的品系形态来看，第一类群特征包含花瓣外缘紫色、花喉宽度较大，雌雄蕊高度差较小，花瓣常对翻；第二类群聚集了花瓣含 3 条维管束脉络、常以卷翻方式卷曲，褪色时由外及内，花喉部较窄的特征；第三类群仅宁杞 7 号，常见一条维管束主脉络，花瓣翻卷程度较轻微，花瓣外缘色泽为白色，雌蕊比雄蕊高；第四类群聚集了花瓣外缘色泽为紫色，花柱异型程度较明显，花瓣形状呈心形，花喉较窄的特征；第五类群仅宁杞 8 号，花冠筒较宽，花瓣除 3 条维管束脉络外还分布有细小纹路，花瓣顶端正翻，雌蕊比雄蕊低。

chinaXiv:201808.00151v1

3. 结论与讨论

3.1 宁夏枸杞花器官在不同时期的稳定性分析

该研究在保证了采样标准、具体采样时间一致的前提下，通过对 5 个宁夏枸杞在三个不同采集日期的 16 个花器官指标进行形态学观察和分析，其中 11 个描述性形态指标所得的结果均一致，5 个数量性形态指标之间存在差异，对这 5 个数量性指标进行单因素组间方差分析后，得到的结论是宁夏枸杞的花器官在不同时期的变化不显著($P>0.05$)，即宁夏枸杞花器官具有一定的形态稳定性，选取花器官作为区分宁夏枸杞种内品系的依据是可行的。花器官在不同时期的形态表现具有稳定性，该结论仅对宁夏枸杞种内品系成立，对于中国枸杞种间花器官形态是否稳定，以及其他枸杞种内的花器官形态是否也符合该结论，尚需进一步的验证。

3.2 宁夏枸杞花器官的主成分分析

该研究为了更全面的探讨花器官是否可作为形态学鉴别的依据之一，使用了 16 个反映宁夏枸杞花部性状的变量进行观测，这些变量之间都具有一定的相关性，但由于变量过多会导致数据的统计分析变得困难，主成分分析法可以通过线性变换将多个变量转换为较少数量的综合性指标，在不改变变量间相关性及变量与综合指标间相关性的同时，使数据的分析变的更加简便。SPSS 软件在分析中将 11 个描述性花部性状提取成 6 大主成分，累积贡献率达 84.791%。

在主成分分析的结果中第一主成分包括：花色、花瓣外缘色泽，前者与该主成分呈负相关，而后者与该主成分呈正相关；第二主成分包括：花瓣翻卷方式、花瓣背面脉络和花瓣正面脉络，三者与该主成分呈正相关；第三主成分包括：花瓣形状和花瓣褪色方式，二者与主成分呈正相关；第四主成分包括：花瓣背部色泽，与主成分呈正相关；第五主成分：花喉色泽，与主成分呈负相关；第六主成分：雌雄蕊位置，与主成分呈正相关。根据表 7，将各因子在各自所在主成分中的成分系数按由大到小的顺序排列为：（1）花瓣外缘色泽>花色>花喉色泽，（2）花瓣正面脉络=花瓣背面脉络>花瓣翻卷方式，（3）花瓣形状>花瓣褪色方式，（4）花瓣背部色泽，（5）花喉色泽，（6）雌雄蕊位置。在实地鉴别中，可按以上顺序进行品系鉴别。

由于每位研究者的个人偏好不同，在进行形态学鉴别观测时会主动选择首要鉴别性状，如作者在田间观测时会将花色作为第一指标进行鉴别，但主成分分析结果中花瓣外缘色泽的成分系数在第一主成分中最大，花色排在第二位，但在鉴别中无论以哪个指标作为第一指标，都不影响最后的鉴别结果，即该研究中提出的鉴别顺序可作为参考，但要想对某几种品系进行鉴别，结论中提取的指标必不可少。

3.3 宁夏枸杞花器官的形态学聚类分析

聚类分析是根据事物本身特性来进行分类的统计方法，是按照物以类聚的原则（欧阳彩虹，2010）来研究事物的分类。应用 SPSS23.0 软件进行的聚类分析其原理按照样品的特征将它们分类，使同一类别内的个体具有尽可能高的同质性，而类别之间则具有尽可能高的异质性。本研究中将 42 个不同品系的宁夏枸杞分为 5 大类，第一类群汇集了花瓣外缘紫色、花喉宽度较大，雌雄蕊高度差较小，花瓣常对翻，花冠形状多为匙形的品系；第二类群聚集了花瓣含 3 条维管束脉络、常以卷翻方式卷曲，花直径小但花冠筒较长且褪色时由外及内，花柱侧移程度较小，花喉部较窄的品系；第三类群仅宁杞 7 号，常见一条维管束主脉络，花瓣翻卷程度较轻微，花瓣外缘色泽为白色，雌蕊比雄蕊高；第四类群聚集了花瓣外缘色泽为紫色，花柱侧移程度较明显，花瓣性状呈心形，花喉较窄的品系；第五类群仅宁杞 8 号，花冠筒较宽，花瓣除 3 条维管束脉络外还分布有细小纹路，花瓣顶端正翻，雌蕊比雄蕊低。聚类分析

的结果与实际观测到的现象相匹配，再次证明通过软件分析进行形态学的鉴别是可行的。

4. 参考文献

DONG JZ，YANG JJ，WANG Y，2008. *Lycium* species resources in China and research progress at home and abroad[J]. Chin J Clin Pharmacol, (18): 2020-2027. [董静洲，杨俊军，王瑛，2008. 我国枸杞属物种资源及国内外研究进展[J]. 中国中药杂志, (18):2020-2027.]

JI CF，2004. Systematic taxonomy of the Genus Osmanthus (Oleaceae)[D]. Nanjing Forestry Univ. [季春峰，2004.木犀属（Osmanthus）的系统分类学研究[D]. 南京林业大学.]

LIU DY，LIU Y，2012. Floral diversity of the different populationgs of *Lilium pumilum* DC[J]. J PLANT GROWTH REGUL, 13(06): 997-1004. [刘冬云，刘燕，2012. 山丹不同居群花器官的形态多样性研究[J]. 植物遗传资源学报, 13(06)：997-1004.]

LU AM，WANG ML，2003. On the identification of the original plants in the modernization of Chinese herbal medicine— An example from the taxonomy and exploitation of Gouqi[J]. J. NW Sci-Tech Univ. 23(7): 1077-1083. [路安民，王美林，2003. 关于中药现代化中的物种鉴定问题[J]. 西北植物学报,23(7):1077-1083.]

OUYANG CH，2010. Study on morphological characteristics and ISSR analysis in 44 cultivars of dendranthema×gradifolium (ramat) kitam[D]. J SW Univ. [欧阳彩虹, 2010 44 个菊花（Dendranthema×gradifolium（Ramat）Kitam.）品种的形态学研究与 ISSR 分析[D]. 西南大学.]

QIAN D，JI RF，GUO W，et al, 2017. Advances in research on relationships among *Lycium* species and origin of cultivated *Lycium* in China[J]. Chin J Clin Pharmacol, 42(17): 3282-3285. [钱丹, 纪瑞锋, 郭威, 等, 2017. 中国枸杞属种间亲缘关系和栽培枸杞起源研究进展[J].中国中药杂志,42(17):3282-3285.]

WANG XY, CHEN HP, YIN L, et al, 2011. A brief overview on the plant resources of *Lycium* L. in China[J]. Pharmacol Clin Chin Mater Clin Med, 2(05):1-3+50. [王晓宇,陈鸿平,银玲, 等, 2011. 中国枸杞属植物资源概述[J]. 中药与临床, 2(05):1-3+50.]

YAO X，2010. Germplasma investigations on *Lycium* plants in China and studies on the chemical constituents of viola yedoensis makino[D]. Peking Union Medical College. [姚霞，2010. 中国枸杞属植物不同种质资源的研究及紫花地丁的化学成分研究[D]. 中国协和医科大学.]

YANG DZ，2002. Tribe hyoscyameae of the solanaceae: structure, differentiation and phylogenetic relationship[D]. Graduate School of Chinese Academy of Sciences(Institute of Botany). [杨冬之,2002.茄科天仙子族：结构、分化和系统关系[D]. 中国科学院研究生院（植物研究所）.]

ZHOU RH，DUAN JA，2005. Phytochemical taxonomy[M]. Shanghai: Shanghai Sci & Technol Publishers: 1019-102. [周荣汉,段金廒，2005.植物化学分类学[M]上海：上海科学技术出版社:1019-1027.]

ZHONG SY，2005. *Lycium* high yield cultivation techniques[M]. Beijing: JinDun press: 8-17. [钟笙元，2005 枸杞高产栽培技术[M].北京：金盾出版社：8-17.]

ZHAO YY，2003. Priliminary studies on morphology, anatomy and palynology of plants in narcissus L[D]. J Nanjing Agric Univ. [赵莺莺,2003. 水仙属植物形态学、解剖学、孢粉学初步研究[D]. 南京农业大学.]

ZUO SY，YIN MY，WU YTN，et al，2017. Diversity of flower organ phenotype in wild Amygdalus pcdunculata germplasm resources[J]. Nonwd P Fib, 35(02): 72-77. [左丝雨,尹明宇,乌云塔娜,等, 2017. 野生长柄扁桃种质资源花器官的多样性[J]. 经济林研究,35(02):72-77.]

chinaXiv:201808.00151v1